

⑤1

Int. Cl. 2:

**F 16 D 33/06**

①9 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**DEUTSCHES**



**PATENTAMT**

**DT 26 14 476 A 1**

①1

# **Offenlegungsschrift 26 14 476**

②1

Aktenzeichen:

P 26 14 476.3-12

②2

Anmeldetag:

3. 4. 76

④3

Offenlegungstag:

13. 10. 77

③0

Unionspriorität:

③2

③3

③1

⑤4

Bezeichnung:

Hydrodynamische Kupplung

⑦1

Anmelder:

Voith Getriebe KG, 7920 Heidenheim

⑦2

Erfinder:

Armasow, Waldemar, Dipl.-Ing.; Lindenthal, Hans; 7920 Heidenheim

Prüfungsantrag gem. § 28b PatG ist gestellt

**BEST AVAILABLE COPY**

**DT 26 14 476 A 1**

Patentansprüche

1. Hydrodynamische Kupplung mit zwei Schaufelrädern, nämlich einem Primärrad (11) und einem Sekundärrad (12), die miteinander einen torusförmigen Arbeitsraum bilden und mit einer Schale (15), die mit einem der Schaufelräder starr verbunden ist und das andere Schaufelrad umhüllt, wobei der zwischen<sup>x</sup> mit dem Arbeitsraum in Leitungsverbindung steht, sowie mit einer von außerhalb der Kupplung in den Arbeitsraum führenden Fülleitung (17) und mit einer vom Arbeitsraum wieder nach außen führenden Entleerleitung (16), dadurch gekennzeichnet, daß entlang der Schale (15) ein mit dem Sekundärrad (12) verbundener und vom radial äußeren Bereich des Schalen-Innenraumes in Richtung zur Kupplungsachse zu einer Austrittsöffnung (18) führender Kanal oder mehrere solcher Kanäle als zusätzliche Entleerleitung vorgesehen ist bzw. sind.
2. Kupplung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand (a) zwischen den Schaufelradkörpern (11,12) an deren äußerem Umfang größer ist als der Spalt <sup>(s)</sup> zwischen den Schaufelkanten.
3. Kupplung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schale (15; 34,35; 44,45) am Sekundärrad (12; 32; 42) befestigt ist und das Primärrad (11; 31; 41) umhüllt.
4. Kupplung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schale (15) auf ihrer Innenseite etwa radial verlaufende Rippen (19) aufweist, die den als zusätzliche Entleerleitung dienenden Kanal oder mehrere solcher Kanäle begrenzen.
5. Kupplung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schale (34,35) doppelwandig ausgeführt ist, wobei der Raum

2

x der Schale und dem von ihr umhüllten Schaufelrad befindliche Zwischenraum

709841/0336

ORIGINAL INSPECTED

- 2.

zwischen den Schalenwänden mit dem Arbeitsraum in Leitungsverbindung steht und den als zusätzliche Entleerleitung dienenden Kanal bildet.

6. Kupplung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Rückseite des Sekundärrades (42) eine weitere an diesem befestigte Schale (45) angeordnet ist, deren Innenraum mit dem Arbeitsraum in Leitungsverbindung steht und den als zusätzliche Entleerleitung dienenden Kanal bildet.
7. Kupplung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schale (55) am Primärrad (51) befestigt ist und das Sekundärrad (52) umhüllt, und daß auf der Rückseite des Sekundärrades (52) etwa radial verlaufende Rippen (59) angeordnet sind, die den als zusätzliche Entleerleitung dienenden Kanal oder mehrere solcher Kanäle bilden.
8. Kupplung nach einem der Ansprüche 3, 4 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückseite (11b) des Primärrades (11) bzw. die Innenwand der am Primärrad (51) befestigten Schale (55) eine glatte Oberfläche aufweist.

Heidenheim, den 26. März 1976  
Sh/hu

### Hydrodynamische Kupplung

Die Erfindung betrifft eine hydrodynamische Kupplung nach dem Oberbegriff des Anspruches 1. Danach handelt es sich um eine solche Kupplung, die einen äußeren Kreislauf für die Arbeitsflüssigkeit aufweist. Dieser kann dazu dienen, die Arbeitsflüssigkeit zu kühlen und/oder den Füllungsgrad des Kupplungs-Arbeitsraumes mit Hilfe einer außerhalb der Kupplung angeordneten Steuereinrichtung zu variieren, um hierdurch den Kupplungsschlupf zu verstellen.

Eine solche Kupplung kann z. B. in einem Fahrzeug für die Kraftübertragung von einer Antriebsmaschine zu einem Kühlventilator eingesetzt werden, um mit ihrer Hilfe die Drehzahl des Kühlventilators entsprechend der jeweils geforderten Kühlleistung einzustellen. Dabei tritt das bekannte Problem auf, daß bei raschen Änderungen der Antriebsmaschinen-Drehzahl in der Kraftübertragung zum Kühlventilator sehr hohe Drehmomente auftreten infolge der verhältnismäßig großen Masse des Kühlventilator-Laufrades. Insbesondere wenn zum Antrieb des Fahrzeuges ein vorzugsweise automatisches Lastschaltgetriebe (d. h. ein unter Last umschaltbares Getriebe) verwendet wird, dann ergeben sich beim Umschaltvorgang schlagartige Änderungen der Antriebsmaschinendrehzahl und damit der Primärdrehzahl der Kupplung. Besonders kritisch sind diese Verhältnisse beim Zurückschalten in einen niedrigeren Gang; hierbei findet eine derart plötzliche Zunahme der Primärdrehzahl der Kupplung statt, daß das übertragene Drehmoment vorübergehend das 4- bis 8-fache des Nennmomentes betragen kann. Dieser hohe Wert ist erstaunlich, weil es doch zu den natürlichen Eigenschaften einer hydrodynamischen Kupplung gehört, gerade auch solche Drehmomentspitzen abzubauen und somit als Überlastschutz zu dienen.

- 4.

Im übrigen sind mehrere Maßnahmen bekannt, durch die erreicht wird, daß das von einer hydrodynamischen Kupplung übertragene Drehmoment nur auf einen vorgegebenen begrenzten Wert ansteigt. So kann z. B. im radial inneren Bereich des Kupplungs-Arbeitsraumes ein Stauring vorgesehen werden, der bei kleinem Schlupf die Strömung der Arbeitsflüssigkeit unbeeinflusst läßt, der jedoch bei größer werdendem Schlupf die Strömung stört und somit das übertragbare Drehmoment begrenzt (DT-PS 587 616). Ferner ist es bekannt, radial innerhalb der Beschaukelung des Primärrades einen sogenannten Stauration anzuordnen, der direkt mit den Schaufelkanälen des Sekundärrades in Verbindung steht und daher bei größer werdendem Schlupf einen Teil der Arbeitsflüssigkeit aufnehmen und somit dem Arbeitsraum entziehen kann, wodurch ebenfalls eine Drehmomentbegrenzung erreicht wird (DT-PS 836 718). Zur raschen Entleerung einer hydrodynamischen Kupplung ist es außerdem bekannt, am äußeren Umfang der Kupplung Schnellentleerventile anzuordnen (z. B. DT-PS 708 264, DT-AS 1 231 498). Solche Ventile werden entweder von außen, z. B. durch ein Druckmittel gesteuert oder sie werden durch Fliehkraft betätigt, und zwar derart, daß sie oberhalb einer bestimmten Drehzahl geschlossen und unterhalb dieser Drehzahl geöffnet gehalten werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine hydrodynamische Kupplung anzugeben, deren Arbeitsraum sich bei einer plötzlichen Drehzahländerung des Primärrades, insbesondere bei einer plötzlichen Drehzahlerhöhung, sehr rasch wenigstens teilweise entleert.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 gelöst.

Es sind nämlich alle Versuche fehlgeschlagen, die bekannten hydrodynamischen Kupplungen mit Einrichtungen zur Drehmomentbegrenzung oder zur Schnellentleerung dahingehend zu verbessern, daß das Ent-

. 5 .

leeren des Arbeitsraumes bei einer sehr raschen Drehzahländerung des Primärrades, insbesondere bei einer plötzlichen Drehzahlerhöhung, unverzüglich und mit ausreichender Geschwindigkeit erfolgt. Die Erfinder haben aber erkannt, daß eine bei einer plötzlichen Drehzahlerhöhung des Primärrades auftretende starke Druckerhöhung der Arbeitsflüssigkeit im radial äußeren Bereich des Arbeitsraumes unter bestimmten Voraussetzungen für ein rasches Abführen eines Teiles der Arbeitsflüssigkeit nach außen genützt werden kann.

Die wesentlichste dieser Voraussetzungen besteht darin, daß eine vom radial äußersten Bereich des Spaltes zwischen Primär- und Sekundärrad ausgehende und in Richtung zur Kupplungsachse führende zusätzliche Entleerleitung wenigstens zum Überwiegenden Teil im oder am Sekundärrad oder der mit dem Sekundärrad verbundenen Schale verläuft. Oder mit anderen Worten: Es sollen Entleerkanäle vorgesehen werden, die zumindest überwiegend von sekundärseitigen Wänden begrenzt sind. In solchen Kanälen befindliche Flüssigkeit ist natürlich ebenfalls der Fliehkraft ausgesetzt, wenn das Sekundärrad rotiert; d. h. es bildet sich in den Kanälen ein fliehkraftabhängiger Flüssigkeitsdruck. Während einer plötzlichen Beschleunigung des Primärrades bleibt jedoch die augenblickliche Drehzahl des Sekundärrades kurzzeitig noch erhalten und damit auch die Höhe des Flüssigkeitsdruckes in den sekundärseitigen Entleerkanälen. Dadurch kann die vom Primärrad verursachte plötzliche Erhöhung des im Arbeitsraum herrschenden Flüssigkeitsdruckes für ein sehr rasches teilweises Entleeren des Arbeitsraumes genützt werden.

Eine weitere Voraussetzung für das Zustandekommen eines genügend rasch einsetzenden Entleervorganges besteht darin, daß die genannten Kanäle einen verhältnismäßig großen Querschnitt aufweisen. Im Bereich zwischen der Schale und der Rückseite des von der Schale umhüllten Schaufelrades steht im allgemeinen für diese Kanäle ausreichend Platz zur Verfügung.

## - 6.

Desgleichen ist es möglich, in der Schale eine oder mehrere Austrittsöffnungen von ausreichender Größe vorzusehen, durch welche die Arbeitsflüssigkeit aus der Kupplung austreten kann. Falls eine einzige zentrale Öffnung vorgesehen wird, ist diese zugleich die Durchtrittsöffnung für die Antriebs- oder Abtriebswelle der Kupplung und gegebenenfalls für weitere Bauteile, z. B. für einen feststehenden Flansch, in dem die Fülleitung angeordnet ist. In der Regel wird man jedoch in der Schale einen Kranz von mehreren Austrittsöffnungen vorsehen. Entscheidend für die Eigenschaften der Kupplung ist hierbei die Größe des größten Durchmessers, bis zu dem sich die Austrittsöffnung bzw. -öffnungen in radialer Richtung erstreckt bzw. erstrecken. Je größer dieser Durchmesser ist, umso geringer ist dasjenige Drehmoment, bei dem ein Entleeren der Kupplung beginnt, d. h. also umso geringer ist das Drehmoment, das die Kupplung noch übertragen kann. Die Größe dieses Durchmessers muß für jede Kupplungsgröße und für das gewünschte Grenz-Drehmoment durch Versuch ermittelt werden. Bei Bedarf können die Austrittsöffnungen verstellbar ausgeführt werden, um das Grenz-Drehmoment nachträglich verändern zu können.

Bei dem für eine rasch wirksame Drehmomentbegrenzung erforderlichen Teil-Entleeren des Arbeitsraumes erfolgt das Übertreten von Arbeitsflüssigkeit vom Arbeitsraum in den Innenraum der Schale in der Regel durch den radial äußeren Spalt zwischen den Schaufelrädern. Zwar wäre es auch denkbar, zur Beschleunigung des Entleervorganges zusätzliche Öffnungen in der Rückwand des Primärschaufelrades vorzusehen; solche Öffnungen würden aber die Leistungszahl (die spezifische Leistungsaufnahme) der Kupplung verschlechtern. Von entscheidender Bedeutung für eine rasch wirksame Drehmomentbegrenzung ist in allen Fällen offensichtlich der Umstand, daß durch die erfindungsgemäße Bauweise der abzuführende Flüssigkeitsanteil unmittelbar nach dem Durchströmen des Primärschaufelrades (oder gegebenenfalls während des Durchströmens des Primärschaufelrades) den Arbeitsraum der Kupplung verläßt

- 7 -  
und gar nicht erst wieder in die Schaufelkanäle des Sekundärschaufelrades eintritt.

Eine Beschleunigung des Entleervorganges, ohne die Leistungszahl zu verschlechtern, kann - in weiterer Ausgestaltung der Erfindung - dadurch erzielt werden, daß der Spalt zwischen den Schaufelradkörpern an deren äußerem Umfang größer ist als der axiale Abstand zwischen den Schaufelkanten (Anspruch 2). Danach kann also durchaus abgewichen werden von der üblichen Bauweise, bei der in jedem Schaufelrad die Stirnfläche des Schaufelradkörpers und die Schaufelkanten stets in ein und derselben Axnormalebene liegen.

Ob die Schale am Primär- oder am Sekundärschaufelrad befestigt ist, spielt für die Erfindung grundsätzlich keine Rolle. Bevorzugt wird jedoch die Bauweise, bei der die Schale am Sekundärschaufelrad befestigt ist und das Primärschaufelrad umhüllt (Anspruch 3). Um nämlich im normalen Betrieb der Kupplung den eingangs genannten äußeren Kreislauf in Gang setzen zu können, muß im äußeren Bereich der Schale als Dauerauslaß eine düsenartige Entleeröffnung vorgesehen werden, deren Durchtrittsmenge abhängig ist von der Drehzahl der Schale. Falls nun die Kupplung mit einer Regeleinrichtung zusammenarbeitet, die durch Variieren des Kupplungsfüllungsgrades eine bestimmte Sekundär-Drehzahl einregelt, ist ein stabiles Regelverhalten leichter erzielbar, wenn die Schale mit der Sekundärseite der Kupplung umläuft.

Im Anspruch 4 ist eine besonders einfache konstruktive Gestaltung einer solchen Kupplung beschrieben. Diese Ausführung hat sich in Versuchen recht gut bewährt, was zunächst überraschte, weil doch bei dieser Ausführung der Flüssigkeitsinhalt der Schale auch noch an der Rückwand des Primärrades anliegt. Es zeigte sich aber, daß eine Oberflächenvergrößerung im Bereich der am Sekundärrad befestigten Schale - durch die im Anspruch 4 genannten Rippen - schon ausreicht, um den oben beschriebenen erfindungsgemäßen Effekt zu erzielen. Es wurde allerdings gefunden, daß der Effekt noch



- 8 -

verbessert werden kann, indem man die Rückwand des Primärrades mit einer glatten Oberfläche versieht, z. B. durch Feindreihen (Anspruch 8), während man die Oberfläche der Schaleninnenseite mit der üblichen Rauigkeit, die z. B. beim Gießen der Schale entsteht, beläßt. Denkbar wäre freilich auch noch ein Erhöhen der Rauigkeit der Schalenoberfläche, z. B. durch Sandstrahlen.

Im Effekt noch etwas bessere, jedoch in der Herstellung aufwendigere Konstruktionen sind in den Ansprüchen 5 und 6 beschrieben. Hierbei ist der für die Entleergeschwindigkeit maßgebliche Flüssigkeitsinhalt der Schale von der Rückseite des Primärrades völlig abgetrennt. Die Ausführung gemäß Anspruch 6 hat hierbei noch den Vorzug, daß bei einem zwecks Drehmomentbegrenzung stattfindenden Entleervorgang die Flüssigkeitsströmung beim Austritt aus dem Arbeitsraum nicht eine solch scharfe Umlenkung erfährt, wie bei den zuvor beschriebenen Konstruktionen. Dies trifft auch zu für die im Anspruch 7 angegebene Ausführung.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind nachfolgend anhand der Zeichnung beschrieben. Darin zeigt

Figur 1 einen Teillängsschnitt durch eine hydrodynamische Kupplung; Figur 2 eine Ansicht auf die Innenseite der Schale der in Figur 1 gezeigten Kupplung in Richtung des Pfeiles II der Figur 1; Figur 2 - 5 Teillängsschnitte durch weitere unterschiedliche Ausführungen von hydrodynamischen Kupplungen.

Die hydrodynamische Kupplung gemäß Figur 1 und 2 umfaßt ein Primärschaufelrad 11, das an einer hohlen Antriebswelle 13 befestigt ist, und ein Sekundärschaufelrad 12, das an einer Abtriebswelle 14 befestigt ist. Mit dem Sekundärschaufelrad 12 ist eine Schale 15 verbunden, die das Primärschaufelrad 11 umhüllt. Die beiden Schaufelräder bilden miteinander in der üblichen Weise einen torusförmigen Arbeitsraum. Dieser steht über einen zwischen den Schaufelrädern 11 und 12 befindlichen Spalt s mit einem zwischen der Schale 15 und dem Primärrad 11 gebildeten Zwischenraum in Leitungsverbindung.

- 9.

Zum Füllen der Kupplung mit Arbeitsflüssigkeit weist das Primärrad 11 auf seiner Rückseite eine Einfüllöffnung 11a auf. Dorthin führt eine in der Zeichnung nur symbolisch dargestellte Fülleitung 17 mit einer Pumpe 17a und einem Regelventil 17b. In der Schale ist eine Entleerleitung 16 angeordnet, die als eine düsenartige Dauerauslaßöffnung ausgebildet ist. Die hier abströmende Flüssigkeit sammelt sich in einem (in der Zeichnung nicht dargestellten) die Kupplung umgebenden Behälter, aus dem sie durch die Pumpe 17a wieder in die Kupplung zurückgeführt wird. Ein solcher äußerer Kreislauf für die Arbeitsflüssigkeit kann zu deren Kühlung dienen; außerdem kann durch Verstellen des Regelventils 17b der Füllungsgrad in der Kupplung variiert werden, um hierdurch den Kupplungsschlupf zu verändern.

Damit bei einer plötzlichen Drehzahlerhöhung des Primärschaufelrades 11 umgehend ein Teil der im Arbeitsraum befindlichen Flüssigkeit die Kupplung verlassen kann, um hierdurch das übertragbare Drehmoment zu begrenzen, weist die Schale 15 in ihrem radial innen liegenden Bereich einen Kranz großvolumiger Austrittsöffnungen 18 auf. Außerdem sind an der Innenseite der Schale mehrere radial verlaufende Rippen 19 angeordnet. Die Zwischenräume zwischen diesen Rippen 19 und die Austrittsöffnungen 18 bilden somit zusätzliche Entleerleitungen, durch die aufgrund einer plötzlichen Steigerung des Druckes im Arbeitsraum eine sehr rasche Teilentleerung der Kupplung erfolgen kann.

Um hierbei den Übertritt der Arbeitsflüssigkeit aus dem Arbeitsraum in die Schale zu erleichtern kann der Schaufelradkörper des Primärrades 11 an seinem äußeren Umfang von der innen liegenden Stirnseite her um einige mm abgedreht werden, so daß der Abstand a zwischen den beiden Schaufelradkörpern größer ist als der Spalt s zwischen den Schaufelkanten.

Wie in Figur 2 mit strichpunktierten Linien dargestellt ist können auf der Innenwand der Schale 15 zur weiteren Beschleunigung des Entleervorganges Taschen 19a eingearbeitet werden, so daß

- 10 -

das Volumen der zwischen den Rippen 19 befindlichen Entleerkanäle noch vergrößert wird.

Die Strömungsrichtung der Arbeitsflüssigkeit im Arbeitsraum bei normalem Betrieb der Kupplung ist mit den Pfeilen 21 und 22 gekennzeichnet. Die gestrichelten Pfeile kennzeichnen dagegen den Strömungsweg der Arbeitsflüssigkeit bei einer plötzlichen Teilentleerung der Kupplung.

Anstelle der Rippen 19 und gegebenenfalls der Taschen 19a können auf der Innenseite der Schale 15 auch eine Vielzahl von radial verlaufenden und eng aneinander liegenden Rillen vorgesehen werden. In jedem Falle ist es zweckmäßig, die Rückseite 11b des Primärrades 11 mit einer möglichst glatten Oberfläche zu versehen. Durch all diese Maßnahmen kann dafür gesorgt werden, daß bei einer plötzlichen Drehzahlerhöhung des Primärrades 11 die zwischen diesem und der Schale 15 befindliche Arbeitsflüssigkeit nicht mit dem Primärrad in Umfangsrichtung beschleunigt wird, sondern die bisherige Umfangsgeschwindigkeit beibehält.

Die in Figur 3 dargestellte hydrodynamische Kupplung umfaßt wiederum ein Primärschaufelrad 31 und ein Sekundärschaufelrad 32. Abweichend von der Ausführung nach den Figuren 1 und 2 weist diese Kupplung eine zweiteilige und somit doppelwandige Schale 34, 35 auf. Das innen liegende Schalenteil 34 besitzt einen Kranz von mehreren möglichst weit radial außen liegenden Durchtrittsöffnungen 37, durch die der Raum zwischen den beiden Schalen 34 und 35 mit dem Arbeitsraum der Kupplung in Leitungsverbindung steht. Der äußere Schalenteil 35 weist in seinem radial inneren Bereich eine Vielzahl von Austrittsöffnungen 38 auf, die den Öffnungen 18 des Beispiels nach Figur 1 und 2 entsprechen.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 4 ist das Primärrad mit 41, das Sekundärrad mit 42 und eine wie bei den bekannten Kupp-

- 11.

lungen ausgebildete und am Sekundärrad 42 befestigte Schale mit 44 bezeichnet. Abweichend von den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen ist an der Rückseite des Sekundärrades 42 eine zusätzliche Schale 45 befestigt, deren Innenraum mit dem Kupplungs-Arbeitsraum in Leitungsverbindung steht, und zwar über eine Vielzahl von Durchtrittsöffnungen 47, die im radial äußeren Bereich des Sekundärrades 42 angeordnet sind. Die Schale 45 besitzt nur eine einzige zentrale Austrittsöffnung 48; stattdessen kann sie jedoch auch wie die zuvor beschriebenen Kupplungen einen Kranz mehrerer Austrittsöffnungen aufweisen.

Die Figur 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem eine am Primärschaufelrad 51 befestigte und das Sekundärschaufelrad 52 umhüllende Schale 55 vorgesehen ist. Diese weist als Dauerauslaß eine radial außen liegende Entleerleitung 56 und zur Schnellentleerung einen radial innen liegenden Kranz von mehreren Austrittsöffnungen 58 auf. Auf der Rückseite des Sekundärrades 52 sind eine Vielzahl von radial verlaufenden Rippen 59 vorgesehen, die den gleichen Zweck erfüllen wie die Rippen 19 des Ausführungsbeispiels nach Figur 1 und 2.

In allen Figuren ist mit D der größte Durchmesser bezeichnet, bis zu dem sich die Austrittsöffnung 48 bzw. die Austrittsöffnungen 18, 38 bzw. 58 erstrecken. Der Durchmesser D bestimmt das von der Kupplung übertragbare maximale Drehmoment.

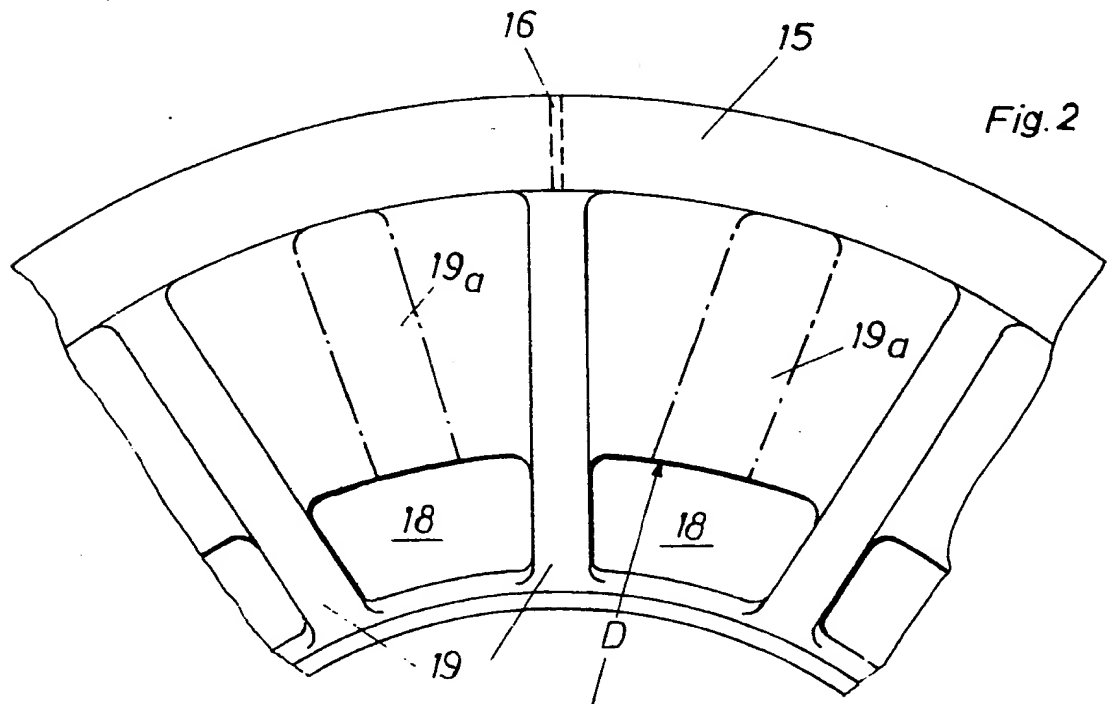
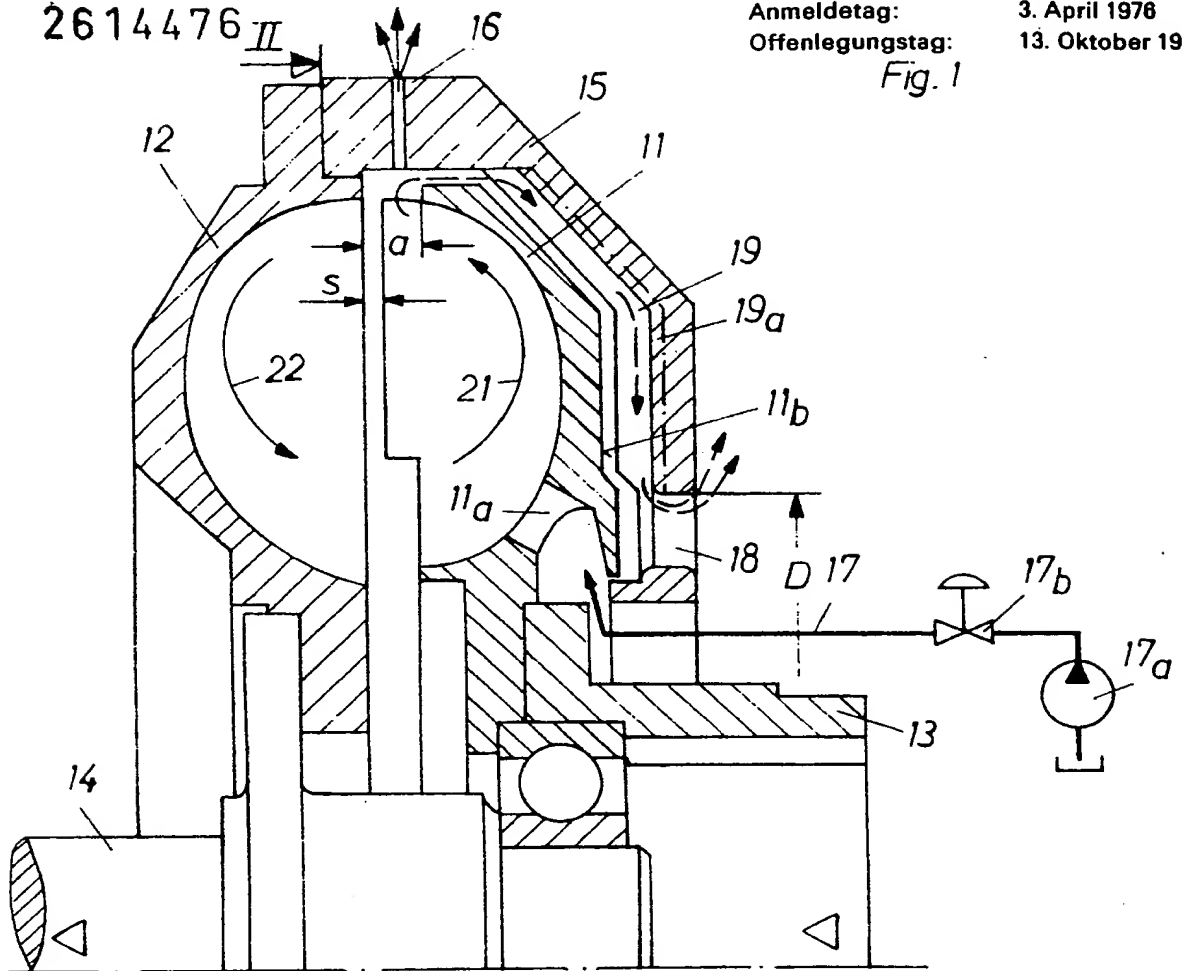
Heidenheim, den 26. März 1976  
Sh/hu

709841/0336

2614476 II

her:  
Int. Cl. 2:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:  
Fig. 1

26 14 476  
F 16 D 33/06  
3. April 1976  
13. Oktober 1977



709841/0336

G 3426

Voith Getriebe KG

26.3.75

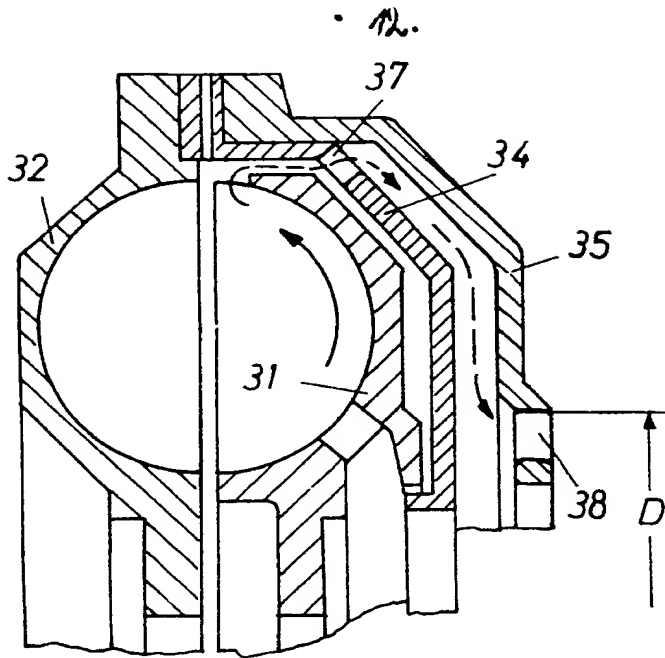


Fig. 3

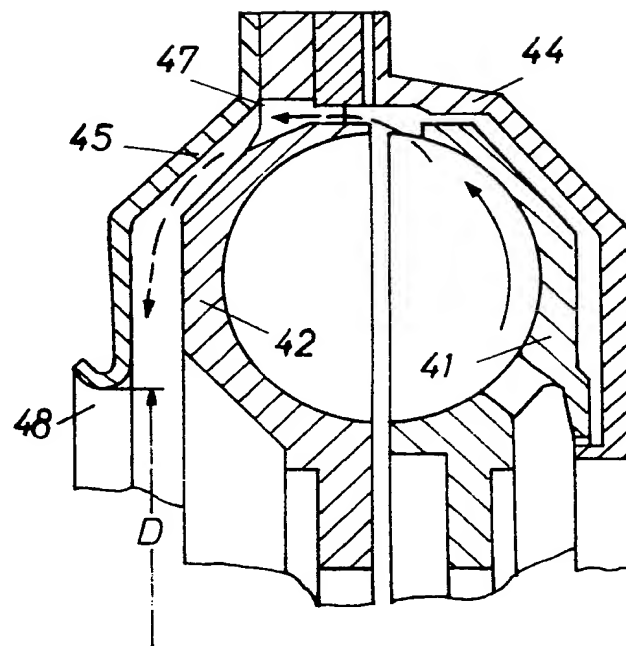


Fig. 4

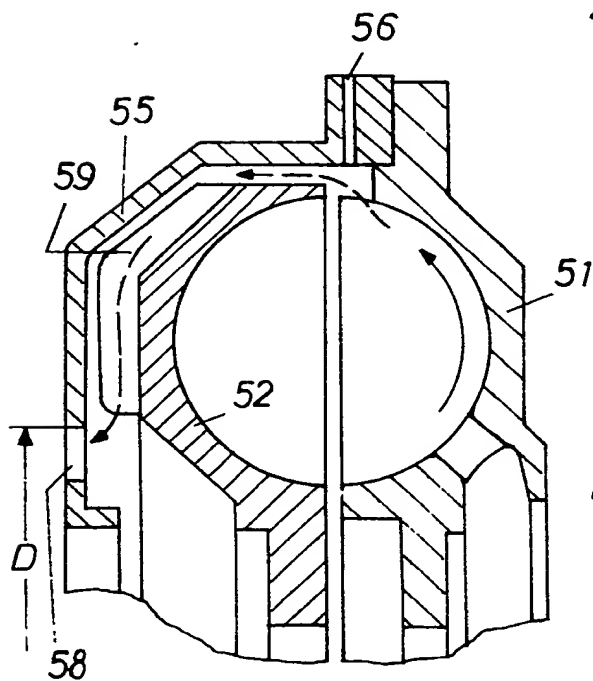


Fig. 5

709841/0336

G 3426

Voith Getriebe KG

26.3.76

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**This Page Blank (uspto)**